

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-237806

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|------------------|-------------|
| B 6 0 L | 7/20 | | B 6 0 L | 7/20 |
| B 6 0 K | 41/02 | | B 6 0 K | 41/02 |
| | 41/20 | | | 41/20 |
| B 6 0 L | 11/14 | | B 6 0 L | 11/14 |
| F 0 2 D | 29/02 | | F 0 2 D | 29/02 |
| | | | | D |
| | | | 審査請求 未請求 請求項の数 2 | FD (全 11 頁) |

(21) 出願番号 特願平7-313671

(22) 出願日 平成7年(1995)11月7日

(31) 優先権主張番号 特願平6-323696

(32) 優先日 平6(1994)12月1日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 折坂 英司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大高 健二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小出 武治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 丈夫

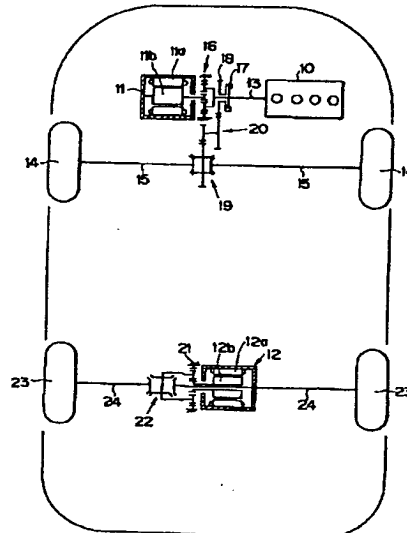
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 低公害化とエネルギー効率との向上を図るとともに、小型の車両にも適用しても走行性能を満足させることができる複合電気自動車を提供する。

【解決手段】 第1の車輪駆動軸15と第2の車輪駆動軸24とを備え、電気エネルギーと機械エネルギーとを利用して走行する複合電気自動車において、原動機10と、この原動機10に接続された軸部材13と、この軸部材13に接続された第1のモータジェネレータ11と、軸部材13と第1の車輪駆動軸15との間に配設されるクラッチ機構17と、第2の車輪駆動軸24に接続された第2のモータジェネレータ12と、これら原動機10およびクラッチ機構17および第1および第2のモータジェネレータ11、12を制御する制御手段とを備えている。



10: 原動機
11: 第1のモータジェネレータ
12: 第2のモータジェネレータ
13: 出力軸
15: 車輪駆動軸
17: クラッチ機構
24: 車輪駆動軸

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも第 1 の車輪駆動軸と第 2 の車輪駆動軸とを備え、電気エネルギーと機械エネルギーとを利用して走行する複合電気自動車において、機械エネルギーを発生する原動機と、この原動機によって駆動されて発電する発電手段と、前記原動機と前記第 1 の車輪駆動軸との間で選択的に動力を伝達するクラッチ手段と、前記第 2 の車輪駆動軸に接続され、この第 2 の車輪駆動軸から動力を受けて発電する回生機能と第 2 の車輪駆動軸に動力を与えて走行する力行機能とを備える発電・駆動手段と、前記クラッチ手段に係合・解放を制御する第 1 の制御手段と、前記原動機の運転を制御する第 2 の制御手段と、前記発電手段の出力を制御する第 3 の制御手段と、前記発電・駆動手段による回生・力行を制御する第 4 の制御手段とを備えていることを特徴とする複合電気自動車。

【請求項 2】 前記原動機と前記発電手段との間で選択的に動力を伝達する第 2 のクラッチ手段が配設されるとともに、この第 2 のクラッチ手段に係合・解放を制御する第 5 の制御手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の複合電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電気自動車に関し、特に電気エネルギーと機械エネルギーとを併用して走行する複合電気自動車に関するものである。

【0002】

【従来の技術】騒音の低減や排気ガスの浄化等の点での低公害化を図る車両として電気自動車の開発が進められている。電気エネルギーのみを使用して駆動する型式の電気自動車は、電気エネルギーを蓄えておく蓄電装置の蓄電容量により、航続距離が制限される。そこで、化石燃料等を使用する原動機と電気エネルギーを使用する電動機とを組み合わせた方式、すなわち複合電気（ハイブリッド）方式の電気自動車の開発が進められている。

【0003】このハイブリッド方式の電気自動車には、直列型と並列型とが提案されている。直列型の電気自動車は、原動機が発電用としてのみ用いられて、発電された電気エネルギーで電動機を駆動して走行するよう構成されており、原動機を定格負荷で運転させることにより原動機の高効率化を図り、騒音や排出物を低減するとともに航続距離を延ばすよう構成されている。また、並列型の電気自動車は、原動機と電動機との両方が駆動系に連結できるように構成されているので、例えば自動車密集地域である市街地や環境保護区域等では電動機で走行し、郊外等では原動機で走行するようにして、局地的な環境を改善するとともに、航続距離を延ばすことができる。特に、この並列型の電気自動車が原動機で走行している場合には、原動機の出力すなわち機械エネルギーを電気エネルギーに変換し、さらにその電気エネルギーを蓄電池

に充電するとともにその蓄電池から電動機に給電することに伴う損失が生じないため、並列型の電気自動車は、直列型の電気自動車に比べ、より一層の高効率化が図られる。

【0004】このような並列型の電気自動車の一例が実開平 2-7702 号公報に記載されている。これを図 7 に示し、簡単に説明する。この並列型の電気自動車は、原動機 1 と発電機 2 と電動機 3 とを備えており、原動機 1 の回転軸 4 に発電機 2 が連結されるとともに、車輪駆動軸 5 に電動機 3 が連結され、回転軸 4 と車輪駆動軸 5 との間にクラッチ 6 が配設されている。そして、自動車の始動加速時には、クラッチ 6 により回転軸 4 と車輪駆動軸 5 との連結が断たれるとともに、原動機 1 が最高効率点で運転され、この原動機 1 から得られる機械エネルギーを発電機 2 を介して電気エネルギーに変換し、この電気エネルギーによって駆動される電動機 3 で車輪駆動軸 5 を駆動し、すなわち車両を走行させるようになっている。また、自動車の巡航速度での走行時には、クラッチ 6 により回転軸 4 と車輪駆動軸 5 とが接続され、定格負荷運転を行う原動機 1 によって車輪駆動軸 5 を動作させるようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の公報に記載された複合電気自動車によれば、クラッチ 6 を係合・解放することにより、原動機 1 と電動機 3 とを選択して走行することができる。したがって、原動機 1 をほぼ定常的に運転することができるため、燃費や排気ガスの性状を悪化させることなく、状況に応じた走行を行うことができる。しかしながら、電動機 3 を取り付けある車輪駆動軸 5 に対して、クラッチ 6 によって発電機 2 および原動機 1 を連結するよう構成してあるから、原動機 1 と発電機 2 と電動機 3 とが 1 箇所に集中せざるを得ず、そのためスペース上の制約の多い小型車両には事実上適用が不可能であり、また一般に市販されているエンジン車ベースの車両の僅かな改造で電動機や発電機を搭載することは困難であった。

【0006】この発明は、上記の事情を背景としてなされたもので、低公害化とエネルギー効率との向上を図るとともに、必要な走行性能を付与しても、原動機および電動機等の配置を容易にして、小型の車両にも適用することができるとともに、市販のエンジン車ベースの車両の小改造により得ることができる複合電気自動車を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用】上記の目的を達成するために、請求項 1 に記載された発明は、少なくとも第 1 の車輪駆動軸と第 2 の車輪駆動軸とを備え、電気エネルギーと機械エネルギーとを利用して走行する複合電気自動車において、機械エネルギーを発生する原動機と、この原動機によって駆動されて発電する発電手段

と、前記原動機と前記第1の車輪駆動軸との間で選択的に動力を伝達するクラッチ手段と、前記第2の車輪駆動軸に接続され、この第2の車輪駆動軸から動力を受けて発電する回生機能と第2の車輪駆動軸に動力を与えて走行する力行機能とを備える発電・駆動手段と、前記クラッチ手段の係合・解放を制御する第1の制御手段と、前記原動機の運転を制御する第2の制御手段と、前記発電手段の出力を制御する第3の制御手段と、前記発電・駆動手段による回生・力行を制御する第4の制御手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0008】請求項1に記載された複合電気自動車では、第1の車輪駆動軸にクラッチ手段を介して原動機と発電手段とが接続されるよう配設されるとともに、第2の車輪駆動軸に発電・駆動手段が接続されるよう配設されている。すなわち、前記原動機と前記発電手段と前記発電・駆動手段とが1箇所に集中して配設されないの

で、これらを車両に搭載することが容易になる。
【0009】また、原動機と第1の車輪駆動軸との間に配設されたクラッチ手段の動作により、原動機および発電手段と第1の車輪駆動軸との接続または遮断が行われ

る。一方、第2の車輪駆動軸には発電・駆動手段が接続されている。したがって、第1ないし第4の制御手段により、直列型や並列型等の複合電気自動車として多様な動作を行う。
【0010】例えば、直列型の複合電気自動車として動作する場合、クラッチ手段により原動機および発電手段と第1の車輪駆動軸とが遮断されるとともに、原動機がその熱効率の最も良好な領域で定常運転され、出力された機械エネルギーが発電手段により電気エネルギーに変換され、この変換された電気エネルギーにより発電・駆動手段が力行するよう制御される。

【0011】また、並列型の複合電気自動車として動作する場合、クラッチ手段により原動機および発電手段と第1の車輪駆動軸とが接続されるとともに、走行負荷とは無関係に原動機が、走行に伴って回転している第1の車輪駆動軸に接続された原動機の回転数における熱効率の良好な領域で準定常運転される。そして、原動機からの出力と走行抵抗とが比較され、適宜、発電手段と発電・駆動手段とが制御される。例えば、前記出力が走行抵抗より大きい場合、発電手段もしくは発電・駆動手段が回生するよう制御される。また逆に、前記出力が走行抵抗より小さい場合、発電・駆動手段が力行するよう制御される。

【0012】さらに、車両の制動時には、第1の車輪駆動軸に接続される発電手段と第2の車輪駆動軸に接続された発電・駆動手段とが同時に回生するよう制御される。したがって、第1および第2の車輪駆動軸に回生制動が作用するよう制御されるため、車両の制動バランスを崩すことなく、走行している車両の運動エネルギーから変換して回収することができる回生エネルギー量が増大さ

れる。

【0013】また請求項2に記載された発明は、前記原動機と前記発電手段との間で選択的に動力を伝達する第2のクラッチ手段が配設されるとともに、この第2のクラッチ手段の係合・解放を制御する第5の制御手段が設けられていることを特徴とするものである。

【0014】請求項2に記載された複合電気自動車によると、原動機と発電手段との間に配設された第2のクラッチ手段により、発電手段は単独で第1の車輪駆動軸に接続されて、発電手段を原動機に対し独立して動作させることができる。したがって、請求項1に記載された複合電気自動車よりも、さらに多様な動作を行う。

【0015】例えば、車速が低い場合、すなわち第1の車輪駆動軸の回転数が低い場合、第2のクラッチ手段により原動機が第1の車輪駆動軸および発電手段から遮断される。そのため、原動機のストールを伴うことなく、全車速域で発電手段が回生を行うことができ、複合電気自動車の効率がさらに向上する。

【0016】

【発明の実施の形態】まず、請求項1に記載された発明を図1に示した第1実施例に基づいて詳細に説明する。この第1実施例は、通常の前輪を備える車両の前部に、化石燃料等を燃焼させて機械エネルギーを出力する原動機（エンジン）10を搭載した複合電気自動車である。

【0017】また、この複合電気自動車の前部には、図示しないバッテリー等の蓄電装置に接続されかつ機械エネルギーと電気エネルギーとの変換を行う、すなわち力行機能と回生機能とを有する第1のモータジェネレータ11が配設されており、後部には、第1のモータジェネレータ11と同様に力行機能と回生機能とを有する第2のモータジェネレータ12が配設されている。これらモータジェネレータ11、12は、それぞれ、車両に固定されている固定子11a、12aとこの固定子11a、12aの内側で回転する回転子11b、12bとを備えている。

【0018】そして、エンジン10の出力軸13が、車両前部側の車輪すなわち前輪14、14に連結された左右の車輪駆動軸（ドライブシャフト）15、15とほぼ平行に配設され、この出力軸13には、第1のモータジェネレータ11の回転子11bが複数の歯車からなる変速機構（増速機構）16を介して接続されており、出力軸13の回転数が増速されて回転子11bに入力されるよう構成されている。なお、この増速機構16は、エンジン10において最も良好な熱効率を示す領域の回転数と、第1のモータジェネレータ11において最も良好な発電効率を示す領域の回転数とを合わせるために配設されたものであり、両者の回転数がほぼ合致していれば、増速機構16を設ける必要はない。

【0019】また、エンジン10の出力軸13には、湿式あるいは乾式の摩擦クラッチもしくは電磁クラッチな

どからなるクラッチ機構17と、このクラッチ機構17と一体に回転するカウンタドライブギヤ18が設けられている。そして、左右のドライブシャフト15、15の間に、差動機構（ディファレンシャル）19が配設されており、カウンタドライブギヤ18とディファレンシャル19との間に、これら両者18、19に噛合しかつ出力軸13の回転を減速してドライブシャフト15、15に伝達するカウンタドリブンギヤ列20が配設されている。

【0020】一方、この複合電気自動車の後部に配設された第2のモータジェネレータ12の回転子12bと一体に回転する出力軸に、例えば遊星歯車機構からなる変速機構（減速機構）21とディファレンシャル22とが連結されて、車両後部側の車輪すなわち後輪23、23に連結された左右のドライブシャフト24、24に、第2のモータジェネレータ12の出力回転が減速されて伝達されるよう構成されている。ここで、第2のモータジェネレータ12の出力軸が中空に構成され、その内部に図上右側のドライブシャフト24が配設されて、第2のモータジェネレータ12と減速機構21およびディファレンシャル22とドライブシャフト24、24および後輪23、23とが同一軸線上に配設されて、後輪23、23の駆動系が全体として小型化されている。

【0021】なお、特に図示しないが、この複合電気自動車には、エンジン10と第1のモータジェネレータ11と第2のモータジェネレータ12とクラッチ機構16との動作を制御する制御装置（第1ないし第4の制御手段）が設けられている。

【0022】つきに、上記構成による第1実施例の動作につき、図2に示す動作表を参照しながら説明する。この複合電気自動車が停車および発進および低速～中速で走行している場合、この複合電気自動車はモード1に示す動作内容に制御される。具体的には、クラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15との連結を断つとともに、蓄電装置から第2のモータジェネレータ12に電気エネルギーを供給し、この第2のモータジェネレータ12が力行を行う。通常、エンジン10はその熱効率の最も良好な領域で定常運転され、かつ第1のモータジェネレータ11がその発電効率の最も良好な領域で運転されて発電し、この発電された電気エネルギーが蓄電装置に蓄えられる。なお、蓄電装置にその容量にほぼ一杯の電気エネルギーが蓄電されている場合は、第2のモータジェネレータ12で消費する電気エネルギーの量に応じて、必要なエンジン10の出力を得るようエンジン10のスロットル開度が制御装置により調節される。

【0023】そして、この複合電気自動車が中速～高速で走行中の場合、この複合電気自動車はモード2に示す動作に制御される。具体的には、クラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15とを接続し、エンジン10の出力を車両の駆動力に直接利用する。この場合、

エンジン10とドライブシャフト15とが直結されているが、エンジン10は走行負荷とは無関係に車速に適した回転数における熱効率の良好な領域で準定常運転されるようエンジン10のスロットル開度が制御される。

【0024】ここで、エンジン10の出力と走行負荷とが等しい場合、第1および第2のモータジェネレータ11、12が回生を行わないようにして、エンジン10の出力により車両の走行を行う。この場合、機械エネルギーと電気エネルギーとを変換しないので、エネルギー変換に伴う損失が生じない。当然、エンジン10の出力と走行負荷とが等しくならない場合、具体的には、エンジン10の出力が走行負荷より大きい場合やエンジン10の出力が走行負荷より小さい場合が存在する。

【0025】そこで、エンジン10の出力が走行負荷より大きい場合（モード2A）、エンジン10から出力される余剰駆動力を第1のモータジェネレータ11を介して電気エネルギーに変換し、この電気エネルギーを蓄電装置に蓄えるよう制御され、車両はエンジン10の出力のみで走行するよう制御される。このとき、第2のモータジェネレータ12から電気的な負荷を外して、回生制動が作用しない、すなわち駆動損失が生じないようにしている。また、エンジン10の出力が走行負荷より小さい場合（モード2B）、第1のモータジェネレータ11から電気的な負荷を外して駆動損失が生じないようにして、エンジン10の出力の全てをドライブシャフト15に伝達するとともに、蓄電装置に蓄えられている電気エネルギーにより第2のモータジェネレータ12を力行、すなわち後輪23、23を駆動させて、エンジン10の出力による駆動力の不足分を補うよう制御される。

【0026】さらに、この複合電気自動車が減速する場合、この複合電気自動車はモード3およびモード4に示す動作に制御される。具体的には、中速～高速状態での減速時にはモード3の動作内容に制御され、低速～中速状態での減速時にはモード4の動作内容に制御される。

【0027】まず、モード3の動作内容について説明する。このモード3はモード2すなわち中速～高速での走行の継続状態であるから、出力軸13とドライブシャフト15とがクラッチ機構17を介して接続されている。そこで、エンジン10のスロットルバルブが閉じられ、いわゆるエンジン10のエンジnbr레이크と第1のモータジェネレータ11の回生制動とが前輪14、14に作用するとともに、第2のモータジェネレータ12の回生制動が後輪23、23に作用するよう制御される。言い換えると、前輪14、14および後輪23、23の回転から第1および第2のモータジェネレータ11、12を介して回生エネルギーを回収する。このとき、車両の前後に回生制動が作用するため、前後の制動バランスがとりやすくなっている。したがって、車両の走行安定性を損なうことなく、モータジェネレータ11、12による回生制動力を大きくすることができ、より多くの回生エネ

ルギを回収できる。勿論、前輪14、14および後輪23、23に機械式の摩擦ブレーキ（図示せず）の制動力を併用することもできる。

【0028】つぎに、モード4すなわち低速ないし中速状態での減速時の動作内容について説明する。このモード4は、モード1すなわち低速～中速での走行時から減速を行う場合（モード4A）と、モード3すなわち中速～高速状態での減速動作から継続して減速を行う場合（モード4B）とに分けられる。そこで、モード4Aによれば、モード1における前輪14、14側の制御内容が継続、すなわちエンジン10および第1のモータジェネレータ11が定常運転して発電するとともに、後輪23、23から第2のモータジェネレータ12を介して回生エネルギーを回収するよう制御される。

【0029】また、モード4Bによれば、モード3においてエンジン10のスロットルバルブが閉じられているので、エンジン10がアイドリング状態に移行する。そこで、エンジン10とドライブシャフト15、15とがクラッチ機構17により遮断されるとともに、出力軸13に回生制動が作用しないよう第1のモータジェネレータ11が制御されて、エンジン10の回転数をストール回転数まで低下させないようにしている。当然、モード4においても前輪14、14および後輪23、23に上記摩擦ブレーキの制動力を併用することもできる。

【0030】また、図2には示さないが、この複合電気自動車をエミッション（排気物）規制区域で走行させる場合、エンジン10を停止もしくはアイドリング状態にして、第2モータジェネレータ12の力行により後輪23、23を駆動するよう制御する。さらに、この複合式電気自動車を全車速域で四輪駆動車にすることができ、加速性能や車両の安定性を高めることができる。例えばモード1において、第1のモータジェネレータ11の回生（制動）力を弱めるとともに、クラッチ機構17の係合力を調節しながら出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続して、第1のモータジェネレータ11において回生させながら前輪14、14にエンジン10の出力を伝達したり、モード2Aにおいて、第1のモータジェネレータ11の回生（制動）力を強めるとともに、第2のモータジェネレータ12を力行させて、後輪23、23に第2のモータジェネレータ12の出力を伝達するよう構成することができる。

【0031】上記説明したこの発明の第1実施例では、エンジン10および第1のモータジェネレータ11のユニットと第2のモータジェネレータ12とが車両の前後に分けて別々に配設されているので、車両にこれらエンジン10および第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12ならびに補機類等を容易に搭載することができる。また、車両の前部にエンジン10および第1のモータジェネレータ11を備える駆動系

ユニットを備える駆動系ユニットを配設したので、車両の重量配分が良好になり、ひいては車両の走行安定性が向上する。

【0032】つぎに、請求項2に記載された発明を図3に示した第2実施例に基づいて説明する。この第2実施例の複合式電気自動車は、上記説明した第1実施例のエンジン10と出力軸13との間に、摩擦クラッチ等からなり、これらの間で動力の断続を行う第2のクラッチ機構25を設けたものである。なお、第2のクラッチ機構25は第5の制御手段（図示せず）により解放・係合が制御される。そして、第1実施例において回生機能のみを使用していた第1のモータジェネレータ11の力行機能をも活用するようになっている。

【0033】この第2実施例の動作につき、図4に示す動作表を参照しながら説明する。まず、この複合電気自動車が停車および発進および低速～中速で走行している場合（モード1）、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13とを接続するとともに、クラッチ機構17（以下、第1のクラッチ機構17という。）が出力軸13とドライブシャフト15との連結を断つよう制御される。すなわち、第1実施例のモード1と同じ接続状態になり、エンジン10および第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12は、第1実施例のモード1と同様に制御される。

【0034】つぎに、この複合電気自動車が中速～高速で走行している場合（モード2）、第1のクラッチ機構17と第2のクラッチ機構25とが出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続するよう制御される。すなわち、第1実施例のモード2と同じ接続状態になり、エンジン10および第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12は、第1実施例のモード2と同様に制御される。

【0035】そして、この複合電気自動車が減速する場合（モード3）、第1のクラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続するとともに、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13との連結を断つよう制御される。すなわち、エンジン10は、第1のモータジェネレータ11とドライブシャフト15とから遮断される。ここで、エンジン10はそのスロットルバルブを閉じられてアイドリング状態に移行するよう制御されるとともに、第1および第2のモータジェネレータ11、12が回生動作を行うよう制御される。この場合、エンジン10の停止（ストール）を考慮することなく、全速度域で前輪14、14から第1のモータジェネレータ11を介して回生エネルギーを回収することができる。

【0036】さらに、この複合電気自動車が急発進もしくは低速～中速域で急加速を行う場合（モード4）、第1のクラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続するとともに、第2のクラッチ機構

25がエンジン10と出力軸13との連結を断つよう制御される。そして、エンジン10をアイドル状態に移行させるとともに、第1および第2のモータジェネレータ11、12を力行させるよう制御する。したがって、この複合式電気自動車は、2つのモータジェネレータ11、12によって駆動される四輪駆動車となり、モード1での走行時に比べ優れた加速性能や走行安定性を示す。

【0037】またさらに、この複合電気自動車が中速～高速域で急加速を行う場合（モード5）、第1のクラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続するとともに、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13とを接続するよう制御される。そして、エンジン10を走行負荷とは無関係にその回転数における熱効率の良好な領域で準定常運転させるとともに、第1および第2のモータジェネレータ11、12を力行させるよう制御する。したがって、この複合式電気自動車は、エンジン10と2つのモータジェネレータ11、12によって駆動される四輪駆動車となり、加速性能や最高速度や走行安定性等の走行性能が向上する。

【0038】したがって、エンジン10のみ、もしくはモータジェネレータ12のみで同等の走行性能を得ようとする場合に比べ、これら駆動用出力機器であるエンジン10およびモータジェネレータ12を小型化することができる。すなわち、低～中負荷条件で車両を駆動する場合にモード1およびモード2の動作内容に制御し、高負荷条件で車両を駆動する場合にモード4およびモード5の動作内容に制御することにより、さらに小型の車両への搭載性を向上させることができる。

【0039】また、この複合電気自動車をエミッション（排気物）規制区域で走行させる場合（モード6）、エンジン10が停止もしくはアイドル状態に制御される。そして、第1のクラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15、15とを接続し、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13との連結を断つよう制御されるとともに、第1および第2のモータジェネレータ11、12を力行させるよう制御すれば、規制区域内で降雨もしくは降雪等により路面状況が悪化している場合においても電気エネルギーのみを利用して四輪を駆動することができる。勿論、状況に応じて、前輪14、14もしくは後輪23、23のみを電気エネルギーによって駆動するよう構成することもできる。

【0040】図5は図3に示した複合電気自動車の走行機能をより積極的に活用した場合の制御モード例を示す図表である。この例では第1のモータジェネレータ11とエンジン10とが動力伝達機構（図示せず）により接続されている一方、全てのモードで第2クラッチ機構25がエンジン10と出力軸13とを接続するように制御される。

【0041】まず、モード0はエンジン10のスタート

時の動作内容を示し、第1クラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15との連結を断つように制御されるとともに、イグニッションキー（図示せず）をスタート操作すると第1のモータジェネレータ11の力行機能により機械エネルギーが動力伝達機構を介してエンジン10のフライホイール（図示せず）に伝達され、エンジン10がアイドル状態となる。なお、第2のモータジェネレータ12は動作しないように制御される。このモード0によれば第1のモータジェネレータ11によりエンジン10を駆動させることができるため、スタータが不要となる。

【0042】モード1は発進から中速走行（40km/h）の領域における制御モードである。このモード1の動作内容は図4のモード1の動作内容と共通しており、エミッション規制区域を走行する際にエンジン10のアイドルリングを停止し、第1のモータジェネレータ11から電気的な負荷を外してフリー状態とする点が異なる。

【0043】また、このモード1では4輪駆動とすることもできる。この場合はエンジン10を準定常運転し、第1のクラッチ機構17を半クラッチ状態とし、第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の両方を力行させるように制御する。このような制御を行うことにより、低速域における加速性能を向上させることができる。なお、蓄電装置にその容量にはば一杯の電気エネルギーが蓄電されている場合は、第2のモータジェネレータ12で消費する電気エネルギーの量に応じて、必要なエンジン10の出力を得ようエンジン10のスロットル開度が制御装置により調節されて熱効率の良好な領域で運転する一方、第1のモータジェネレータ11の電気的な負荷を外してもよい。また、このような制御を行えば、車両の加速性、高速走行性を向上できる上、低速時における第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の駆動トルク不足をエンジン10の出力で補うことができる。

【0044】複合電気自動車が40km/h以上で中速走行する場合は、クラッチ機構17が出力軸13とドライブシャフト15とを接続し、エンジン10の出力を車両の駆動力に直接利用する。そして、走行中におけるエンジン10の出力と走行負荷との関係に基づいてモード2A、～2Dの動作内容に制御される。エンジン10の出力が走行負荷より大きい場合のモード2Aは、図4のモード2と同様の動作内容である。また、エンジン10の出力が走行負荷と等しい場合のモード2Bは、第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12から電気的な負荷を外して駆動損失が生じないようにして、エンジン10の出力の全てをドライブシャフト15に伝達して前輪14、14を駆動する。

【0045】さらに、エンジン10の出力が走行負荷より小さい場合のモード2Cは、第1のモータジェネレータ11または第2のモータジェネレータ12の少なくと

も一方を力行動作させ、エンジン10の出力による駆動力の不足分を補うよう制御される。モード2Cにおいても、走行負荷に応じて第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12から電気的な負荷を外すことにより、駆動損失を避けることができる。

【0046】さらにまたモード2Dでは、エンジン10を定常運転とし、第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の両方を回生または力行させ、4輪駆動または4輪駆動の状態と同時に回生動作も行うように制御される。モード2Dによればエンジン10が最高効率点で運転され、駆動力は第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12により調整される。なお、モード2Cとモード2Dの選択は、エンジン10の運転効率をマップ上で比較し、効率の良い方が選択されるようになっている。

【0047】モード3は中速ないし高速領域で減速される場合の動作内容を示している。このモード3では第2のクラッチ機構25が接続され、かつ、エンジン10がスロットルバルブが閉じられるかまたは無負荷状態にある点以外は、図4のモード3と同様の動作内容となり、回生による強ブレーキ（4輪）が発生する。

【0048】つぎに、モード4で低速～中速状態での減速時の動作内容について説明する。このモード4ではエンジン10がアイドリングまたは定常運転状態に制御され、第1のクラッチ機構17により出力軸13とドライブシャフト15との連結が断たれる。すなわち第1のモータジェネレータ11では電気的な負荷が外されるかまたは出力軸13の回転からの回生動作が行われ、第2のモータジェネレータ12により後輪23、23の回転からの回生動作が行なわれ、後輪23、23のみの回生となる。

【0049】モード5は後退する場合の動作内容を示しており、エンジン10はアイドリング状態に制御され、第1のクラッチ機構17により出力軸13とドライブシャフト15との連結が断たれる。また、第1のモータジェネレータ11に対する電気的な負荷が外され、第2のモータジェネレータ12が逆転力行動作を行って後輪23、23を逆回転させ、後退させる。

【0050】図5のモード0、モード1における第1のクラッチ機構17の接続状態、モード5の各制御ではエンジン10が発電用としてのみ用いられ、発電された電気エネルギーで走行やエンジン10の駆動を行っているから、直列型の電気自動車（SHV）と同じ状態に制御されていることになる。なお、この図5においては全ての制御モードで第2のクラッチ機構25が接続されるよう制御されるから、第2のクラッチ機構25のない図1の複合電気自動車に対しても実質的に適用可能である。

【0051】図6は図3の複合電気自動車の第2のクラッチ機構25をより有効に活用する制御モード例を示す図表であり、全てのモードで第1クラッチ機構が出力軸

13とドライブシャフト15とが接続されるように制御される。

【0052】発進～中速（40 Km/h）までの走行領域のモード1aでは、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13との連結を断つよう制御される。そして、エンジン10をアイドリング状態に移行させるとともに、第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12を力行させ、4輪駆動とする。

【0053】このモード1aによれば、車両の発進時に必要な駆動トルクを第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12とで分担するので、図5のモード1に比べて優れた加速性能や走行安定性を得られるし、第2のモータジェネレータ12を小型化することができる。また、第2のモータジェネレータ12が同じ大きさならば、第1のモータジェネレータ11からの駆動力を得られる分、図5のモード1に比べて高出力となる。さらに、第1のモータジェネレータ11または第2のモータジェネレータ12の少なくとも一方の動作によりフルレンジ走行が可能である。

【0054】さらに、モード1aではエンジン10を準定常運転状態（スロットリングを含む）とし、第2のクラッチ機構25を半クラッチ状態とし、かつ、第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12で力行動作を行なうように制御すれば4輪駆動となる。したがって、エンジン10の出力と第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の駆動力とが融合され、高駆動力を得ることができる。また、このような制御を行えば、車両の加速性、高速走行性が向上される上、低速時における第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の駆動トルク不足をエンジン10の出力で補うことができる。

【0055】ところで、第1のクラッチ機構17はエンジン10の出力および第1のモータジェネレータ11のトルクを伝達するが、第2のクラッチ機構25はエンジン10のトルクのみを伝達するため、その負荷は第2のクラッチ機構25の方が小さい。そして、第3実施例のモード1でも半クラッチ制御を行うが、モード1aにおける半クラッチ制御は負荷の小さい第2のクラッチ機構25であるため、制御に必要なアクチュエータもモード1に比べて小型化でき、制御を行いやすいという有利さがある。

【0056】一方、複合電気自動車が減速する場合のモード3aは図4のモード3と同様であり、後退させる場合のモード5aは、第2のクラッチ機構25がエンジン10と出力軸13との連結を断つよう制御される。第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12は少なくとも一方が逆転力行動作を行うように制御され、かつ、一方に対する電気的な負荷が外されるような制御がなされる。第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12の両方が逆転され

た場合は4輪駆動となり、いずれか一方が逆転していずれか一方がフリー状態となった場合は2輪駆動となる。一方の実を逆転させる制御は、走行負荷および第1のモータジェネレータ11または第2のモータジェネレータ12の効率を考慮して選択される。

【0057】さらに、エミッション規制区域での運転、あるいはその他のあらゆる条件下で運転する場合（モード6）、エンジン10をアイドル状態または停止するような制御がなされ、第1のクラッチ機構17及び第2のクラッチ機構25は図4のモード6と同様に制御される。また、第1のモータジェネレータ11または第2のモータジェネレータ12の少なくとも一方が力行動作を行うように制御される。一方のモータが力行する場合は、他方モータは電氣的な負荷が外されてフリーの状態に制御される。

【0058】したがって第1のモータジェネレータ11および第2のモータジェネレータ12が両方とも力行動作する場合の駆動形態は4輪駆動であり、いずれか一方のモータが力行して他方のモータがフリーの状態となった場合は2輪駆動となる。なお、モード6においてもモ

ード1aと同様な効果を得ることができる。
【0059】なお、上記第1実施例と第2実施例、および図5と図7の制御モードは、いずれも複合電気自動車の前後にドライブシャフト（車輪駆動軸）15、15、24、24を備え、前輪14、14と後輪23、23との少なくとも一方を駆動する複合電気自動車の例について説明したが、複数のドライブシャフトを備える2輪以上の車両であれば、この発明を好適に適用することができる。また、ドライブシャフト（第1の車輪駆動軸）15、15側に搭載された第1のモータジェネレータ11は発電（回生）機能のみを有するよう構成しても、車両への搭載性やエネルギー効率等の点で何等劣ることがない。さらに、上記実施例はいずれも、エンジンは車両の前部に進行方向に対して交差する向きで搭載されているが、当然、エンジンを車両の後部に搭載することができ、またエンジンを進行方向とほぼ平行に搭載することもできる。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載され

た発明によると、原動機と発電・駆動手段とが機械的に接続されていず、1箇所に集中して配設されることがないので、これらを車両に搭載することが容易になる。さらに、車両の重量配分を良好にすることができるため、車両の安定性を良好にすることができる。

【0061】また、クラッチ手段および原動機および発電手段および発電・駆動手段を組み合わせて制御することにより、多様な動作を行うことができるので、低公害化とエネルギー効率の向上を図りながら、良好な走行性能と安定性を得ることができる。

【0062】また、請求項2に記載された発明によると、さらに多様な動作、例えば原動機のストールを伴わずに、全車速域で発電手段に回生動作を行わせることができるため、この複合電気自動車のエネルギー効率をさらに良好なものにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の複合電気自動車の第1実施例を概略的に示す図である。

【図2】図1に示した第1実施例の動作内容の一例を示した図表である。

【図3】この発明の複合電気自動車の第2実施例を概略的に示す図である。

【図4】図3に示した第2実施例の動作内容の一例を示した図表である。

【図5】この発明の複合電気自動車の他の制御モード例を示した図表である。

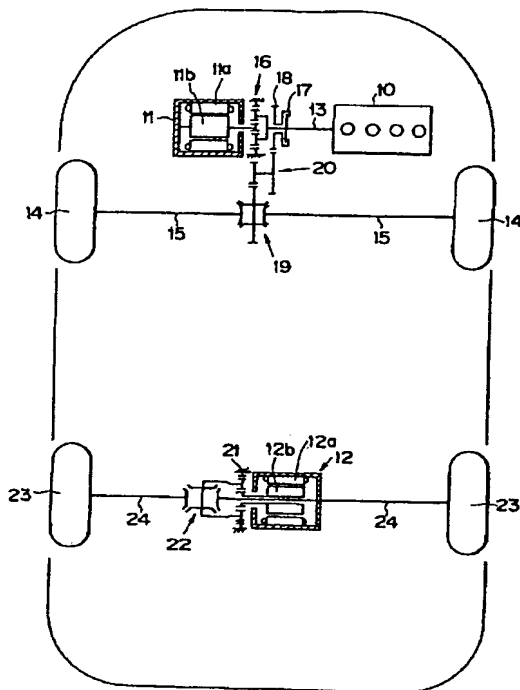
【図6】この発明の複合電気自動車のさらに他の制御モード例を示した図表である。

【図7】従来の複合電気自動車を概略的に示す図である。

【符号の説明】

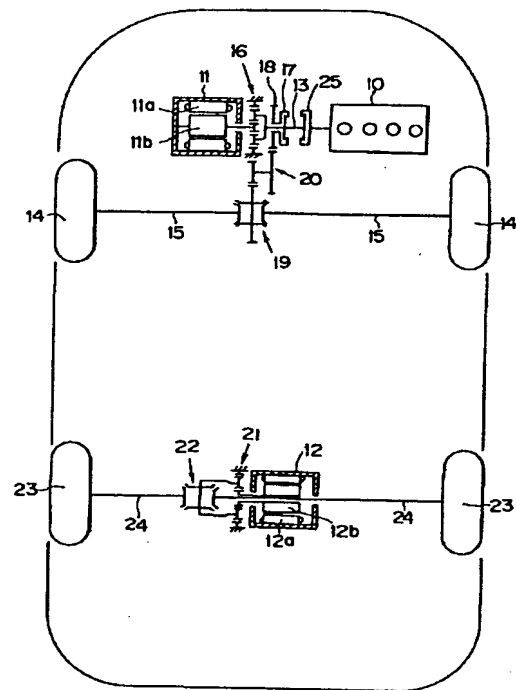
- 10 原動機（エンジン）
- 13 出力軸
- 11 第1のモータジェネレータ
- 12 第2のモータジェネレータ
- 15 車輪駆動軸（第1）
- 17 クラッチ機構
- 24 車輪駆動軸（第2）
- 25 第2のクラッチ機構

【図1】



10: 后動機
11: 第1のモータジェネレータ
12: 第2のモータジェネレータ
13: 出力軸
15: 車輪駆動軸
17: クラッチ機構
24: 車輪駆動軸

【図3】



25: 第2のクラッチ機構

【図2】

| モード | 運転状態 | エンジン | 第1MG | 第2MG | クラッチ | 備考 |
|-----|-----------------------|--------|------|------|------|------|
| 1 | 停止・発進 低～中速走行 | 定常運転 | 回生 | 力行 | 解放 | 後輪駆動 |
| 2A | 中～高速走行 (負荷<エンジン出力) | 準定常運転 | 回生 | フリー | 係合 | 前輪駆動 |
| 2B | 中～高速走行 (負荷>エンジン出力) | | フリー | 力行 | | 4輪駆動 |
| 3 | 回生ブレーキ (中～高速) | スロットル閉 | 回生 | 回生 | 係合 | 4輪回生 |
| 4A | 回生ブレーキ (低～中速) | 定常運転 | 回生 | 回生 | 解放 | 後輪回生 |
| 4B | | アイドリング | フリー | | | |

MG: モータジェネレータ

【図4】

| モード | 運転状態 | 第1C | 第2C | 第1MG | 第2MG | エンジン | 負荷条件 | 備考 |
|-----|-----------------------|-----|-----|------|------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 停止・通常発進 低～中速走行 | OFF | ON | 回生 | 力行 | 定常運転 | 負荷<第2MG | 後輪駆動 |
| 2 | 中～高速走行 | ON | ON | 回生 | フリー | 準定常運転 | 負荷<エンジン | 前輪駆動 |
| | | | | フリー | 力行 | | エンジン<負荷<エンジン+第2MG | 4輪駆動 |
| 3 | 回生ブレーキ | ON | OFF | 回生 | 回生 | アイドリング | —— | 4輪回生 |
| 4 | 高負荷 急発進 低・中速急加速 | ON | OFF | 力行 | 力行 | アイドリング | 第1MG+第2MG<負荷<第1MG+第2MG | 2モータ 4輪駆動 |
| 5 | 中・高速急加速 | ON | ON | 力行 | 力行 | 準定常運転 | エンジン+エンジン<負荷<第1MG+第2MG | 2モータ エンジン 4輪駆動 |
| 6 | エミッション規制地域 悪路 | ON | OFF | 力行 | 力行 | 停止 or アイドリング | 負荷<第1MG+第2MG | 4輪駆動 |

C : クラッチ機構
ON : 係合
OFF : 解放

【図5】

| モード | 運転状態 | エンジン | 第1C | 第2C | 第1MG | 第2MG | 駆動形態 | 負荷条件・制御・備考 |
|-----|-----------------------|-----------------|-----------|------|--------------|------------|--------------|------------------------------------|
| 0 | エンジン スタート | アイドリング | OFF | (ON) | 力行 | —— | —— | スタート不要 既存構成流用で可 |
| 1 | 発進～ 中速走行 40km/h | 定常運転 アイドル停止 | OFF | (ON) | 回生 (～フリー) | 力行 | 後輪駆動 | 低～中駆動力 (スリップ規制区域) |
| | | 準定常運転 スロットル含 | 半クラ 制御 | (ON) | 力行 (～フリー) | 力行 | 4輪駆動 | () は満充電状態 |
| 2A | 中速走行 40km/h～ | 準定常運転 | ON | (ON) | 回生 | フリー | 前輪駆動 | 負荷<エンジン出力 |
| 2B | | | | | フリー | フリー | 前輪駆動 | 負荷=エンジン出力 |
| 2C | | | | | フリー ～力行 | フリー ～力行 | 2輪駆動 4輪駆動 | 負荷>エンジン出力 |
| 2D | | 定常運転 | ON | (ON) | 回生 ～力行 | 回生 ～力行 | 4輪駆動 回生 | エンジン効率の良い所を積極的に 使用。パワーはMGの制御で調整 |
| 3 | 回生フル ～40km/h | スロットル開 ～無負荷 | ON | (ON) | 回生 | 回生 | 4輪回生 | 回生強ブレーキ |
| 4 | 回生フル ～40km/h | アイドリング ～定常運転 | OFF | (ON) | フリー ～回生 | 回生 | 後輪回生 | 回生弱ブレーキ |
| 5 | 後退 | アイドリング | OFF | (ON) | フリー | 逆転 力行 | 後輪駆動 | SHVと同じ |

【図6】

| モード | 運転状態 | エンジン | 第1C | 第2C | 第1MG | 第2MG | 駆動形態 | 負荷条件・制御・備考 |
|-----|-----------------------|-----------------|-----|-----------|-------------------|-------------------|--------------|--|
| 1a | 発進～ 中速走行 40km/h | アイドリング | ON | OFF | 力行 | 力行 | 4輪駆動 | 2モーターで駆動 第2MG小速、第1MG高出力 フルレンジ走行可 |
| | | 準定常運転 スロットル含 | ON | 半クラ 制御 | 力行 | 力行 | 4輪駆動 | 2モーター+エンジン駆動 高駆動力 |
| 3a | 回生フル フルレンジ | アイドリング | ON | OFF | 回生 | 回生 | 4輪回生 | エンジンにエネルギーを奪われ ない為、回生効率が低い |
| 5a | 後退 | アイドリング | ON | OFF | 逆転力 力行 ～フリー | 逆転力 力行 ～フリー | 4輪駆動 2輪駆動 | アクセル（負荷）と効率から 1モーター駆動も可 |
| 6 | エミッション規制 区域 70km/h | アイドリング or 停止 | ON | OFF | 力行 ～フリー | 力行 ～フリー | 4輪駆動 2輪駆動 | 第2MG小速、第1MG高出力 フルレンジ走行可 |

(72)発明者 吉井 欣也
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

